doi:10.13866/j.azr.2019.05.19

新疆阿尔泰山鞘翅目昆虫物种多样性研究①

张东康[1]， 朱 丹[1]， 李照广[1]， 钟 问[1]， 熊嘉武[2]， 胡红英[1]
(1. 新疆大学生命科学与技术学院，新疆 乌鲁木齐 830046；2. 国家林业局中南林业调查规划设计院，湖南 长沙 410014)

摘 要：依据 2015 年对新疆阿尔泰山昆虫资源的科考结果，结合新疆大学生命科学与技术学院昆虫标本馆有关阿尔泰山鞘翅目的馆藏标本，对阿尔泰山 6 个林场的鞘翅目昆虫进行标本鉴定和数据统计分析。整理阿尔泰山鞘翅目昆虫共 2 061 号，隶属于 22 科 85 属 129 种。多样性分析表明，优势类群为叶甲科和金龟科，合计占鞘翅目物种总数的 43.76%（31.44%，12.32%），以薄翅萤叶甲 *Pallasiola absinthii*（Pallas），粗糙弯边蜣螂 *Cymnopleurus flagellates*（Fabricius）为优势种。科级 Shannon-Wiener 指数以富蕴林场最高（2.18），福海林场次之（2.17）；种级 Shannon-Wiener 指数以福海林场最高（3.01）。种级和科级 Margalef 指数均以福海林场最高（2.79，7.94）；福海林场和富蕴林场之间的科级相似性系数最高（0.17）；由于布尔津林场和阿尔泰林场的植被和生境类型较相似，故二者种级相似性系数最高（0.82）。研究结果表明鞘翅目昆虫在新疆阿尔泰山不同林场的种类和数量存在明显差异。

关键词：鞘翅目；昆虫；物种多样性；分布；阿尔泰山

鞘翅目（Coleoptera），前翅多为坚硬鞘翅，能够保护体躯，故而得名[1]。鞘翅目昆虫广泛分布于陆地和部分水域生态系统中，是生态系统重要的组成部分[2]。鞘翅目昆虫不仅是肉食性动物的主要食物来源，还是重要的传粉者，在显花植物的繁衍、扩散与物种形成中起到了重要作用。部分鞘翅目昆虫以动植物残体或动物排泄物为食[3-5]，在自然界能量与物质循环中扮演关键角色[6]。许多肉食性鞘翅目种类捕食植食性的节肢动物和软体动物，维持生态平衡[7]，具有极其重要的生态功能。其物种组成、丰富度及分布特征能够有效地反映当地的生态环境现状[8-9]。调查并掌握特定地区鞘翅目昆虫的多样性状况，可为当地生态保护措施的制定与实施提供理论参考。

阿尔泰山脉位于中国新疆阿勒泰地区，海拔 2 500 ~ 3 500 m，友谊峰最高达 4 374 m[10]。西北部延伸至哈萨克斯坦和俄罗斯境内，东南贯穿新疆北部和蒙古西部，新疆境内的阿尔泰山为山脉中段南部山麓[11]，具有典型温带荒漠景观及动物类群分布，当地植被类型随海拔高度形成明显的垂直分布带和多样的生境类型[12]。新疆阿尔泰山脉多样化的生境中栖息着种类繁多、数量巨大的鞘翅目昆虫，深入了解其多样性现状对于当地的生态环境保护和生物资源开发与应用具有重要意义。

有关新疆鞘翅目昆虫的研究，Зинченко[13-14]对阿尔泰山东南部和西南部金龟科的分类学、生物学及生态学等进行了系统研究。陈世骧等[15]对新疆叶甲科的区系和荒漠适应性做了系统的研究；张茂新[16]等对新疆北部叶甲科的区系组成和经济意义等进行了研究。新疆大学黄人鑫教授长期致力于昆虫区系分类和协同演化等系统研究，研究对象主要为荒漠昆虫[3,17-18]；其中包括对阿尔泰山的两河源头保护区（额尔齐斯河和乌伦古河）的昆虫资源状况的研究[10]，但对于阿尔泰山的鞘翅目昆虫尚缺乏系统的报道。在前人研究的基础上，本文根据部分笔者（胡红英，李照广等）于 2015 年参加中南林业局组织的阿尔泰山综合科学考察中对鞘翅目昆虫的调查结果，结合整理新疆大学昆虫标本馆历年积累的采自阿尔泰山的标本，对新疆阿尔泰山国有林管理局辖区下 6 个林场的鞘翅目昆虫进行了多样性资源调查，旨在摸清当地鞘翅目昆虫物种组成和多样性状况，并对多样性组成原因进行探讨。研究结果有助于进一步了解阿尔泰山鞘翅目昆虫多样性现状及其分布规律，揭示鞘翅目昆虫与生态环境的关

---

① **收稿日期**：2018-12-04； **修订日期**：2019-01-10
基金项目：中南林业设计院新疆阿尔泰山综合科学考察和国家自然科学基金项目（30560019）资助
作者简介：张东康（1993-），男，硕士研究生，主要从事昆虫学方面的研究．E-mail：837682615@qq.com
通讯作者：胡红英．E-mail：hoohyi-69@126.com

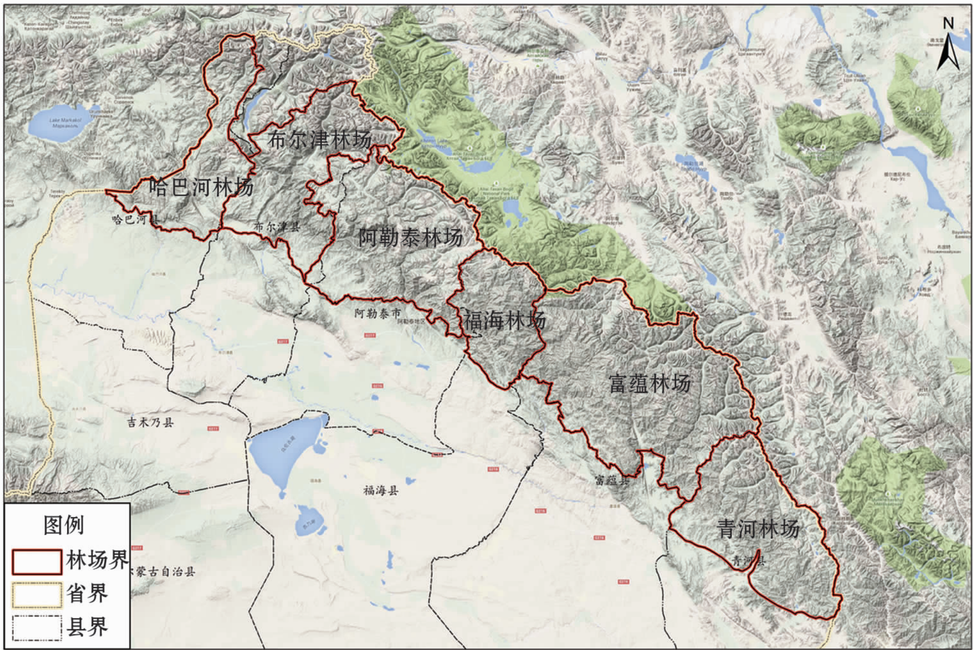


图 1　阿尔泰山鞘翅目昆虫调查区域

Fig. 1　The investigated regions of Coleoptera insects in the Altay Mountains

系,进而为该地区鞘翅目昆虫资源开发利用,为物种多样性和生态资源监测与保护工作提供基础数据。

1　材料和方法

1.1　调查区域选择

本研究调查区域在新疆阿尔泰山脉,采集区域包括阿尔泰山国有林管理局辖区下布尔津林场、阿勒泰林场、福海林场、富蕴林场、青河林场及哈巴河林场,6 个林场内依据随机取样的原则进行采集[19],采集区域详见图 1。

1.2　标本采集、制作、鉴定及保存

标本采集方法,以徒手采集和网扫采集为主,考虑到鞘翅目昆虫生活习性的差异,辅以黄盘诱集。采集点设置为每个林场 10 个左右,采集点的距离为 100 ~ 150 km。采集点网扫时间均为 2 人网扫 1.5 ~2 h。在标本采集过程中会记录采集区域的经纬度、海拔高度、生境类型及植被特征。

标本经还软、整姿后制成针插标本,部分个体需使用三角纸片辅助固定。使用双目体视显微镜(Leica Zoom 2000)观察,依据相关书籍鉴定[20-23],本研究过程中制作和检视的标本均保存于新疆大学生命科学与技术学院昆虫标本馆。

1.3　数据处理

基于 Shannon-Wiener 多样性指数、Margalef 丰富度指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 优势度指数及 Jaccard 相似性系数进行数据处理[24-28]。

(1) Shannon-Wiener 指数 $H = -\sum_{i=1}^{S} P_i \ln P_i$

$$P_i = \frac{n_i}{N}(i = 1,2,3,\cdots,S)$$

(2) Margalef 指数 $R = (S-1)/\ln N$

(3) Pielou 指数 $J = H/H_{max}$, $H_{max} = \log_2 S$

(4) Simpson 指数 $D = 1 - \sum_{i=1}^{S} P_i^2$

(5) Jaccard 系数 $C_S = c/(a+b-c)$

式中:S 为类群数;N 为群落中所有物种的个体总数;n_i 为第 i 个物种的个体数量。P_i 为第 i 个物种个体数占物种总数的比例;c 为两林场的共有类群数;a 和 b 分别为林场 A 和林场 B 的类群数。

2　结果与分析

2.1　鞘翅目昆虫主要类群

本研究获得新疆阿尔泰山 6 个林场鞘翅目昆虫标本共计 2 061 号,隶属于 22 科 85 属 129 种(表 1)。就个体数量而言,叶甲科数量最多,占比为 31.44%;步甲科次之,占比为 12.32%。其中薄翅萤叶甲 *Pallasiola absinthii* (Pallas)、马铃薯叶甲 *Leptinotarsa decemlineata* (Say)和大绿叶甲 *Chrysochares asiaticus* (Pallas)比其他种的个体数多,在叶甲科内

表 1　新疆阿尔泰山鞘翅目昆虫类群及数量统计

Tab. 1　Population and groups of Coleoptera insects in the Altay Mountains

科名	属数	属占比例/%	物种数	种占比例/%	个体数	所占比例/%
叶甲科 Chrysomelidae	15	17.65	17	13.18	648	31.44
天牛科 Cerambycidae	12	14.12	14	10.85	172	8.35
拟步甲科 Tenebrionidae	10	11.76	18	13.95	207	10.04
象甲科 Curculionidae	8	9.41	12	9.30	34	1.65
瓢甲科 Coccinellidae	7	8.24	12	9.30	127	6.16
步甲科 Carabidae	7	8.24	13	10.08	55	2.67
金龟科 Scarabaeidae	4	4.71	7	5.43	254	12.32
吉丁虫科 Buperestidae	4	4.71	4	3.10	60	2.91
芫菁科 Meloidae	3	3.53	12	9.30	221	10.72
朽木甲科 Alleculidae	2	2.35	2	1.55	6	0.29
叩头甲科 Elateridae	2	2.35	2	1.55	28	1.36
鳃金龟科 Melolonthidae	1	1.18	2	1.55	10	0.49
丽金龟科 Rutelidae	1	1.18	1	0.78	1	0.05
蜉金龟科 Aphodiidae	1	1.18	5	3.88	28	1.36
粪金龟科 Geotrupidae	1	1.18	1	0.78	2	0.10
斑金龟科 Trichiidae	1	1.18	1	0.78	7	0.34
花金龟科 Cetoniidae	1	1.18	1	0.78	188	9.12
花萤科 Cantharidae	1	1.18	1	0.78	1	0.05
牙甲科 Hydrophilidae	1	1.18	1	0.78	1	0.05
虎甲科 Cicindelidae	1	1.18	1	0.78	4	0.19
郭公甲科 Cleridae	1	1.18	1	0.78	3	0.15
花蚤科 Mordellidae	1	1.18	1	0.78	4	0.19
总 计	85	100	129	100	2 061	100

个体数量占比分别为 39.20%、15.12% 和 13.12%。原因可能是当地的农田种植作物主要有马铃薯、玉米及甜菜，且普遍田间单一种植；其次生态位的空缺为叶甲科昆虫的发展创造了条件，使得叶甲科昆虫在新疆辽阔的区域大量发生，甚至在局部地区爆发，导致采集的数量增加。个体数量最少的分别是牙甲科、花萤科及丽金龟科，占比均为 0.05%。首先可能是采集区域的限制，较小的采集区域难以获得较多的种类和数量；其次以上几种类群的物种数本就偏少，且在阿尔泰山分布也相对较小等有关。

就物种数量而言，拟步甲科最多(18 种)，叶甲科次之(17 种)，再次为天牛科(14 种)，分别占物种总数的 13.95%、13.18% 及 10.85%，均为新疆阿尔泰山地区的优势科。可能是因为阿尔泰山广阔的山前和低山荒漠是琵琶甲属 *Blaps* 和鳖甲属 *Anatolica* 等拟步甲科昆虫理想的栖居环境；拟步甲科昆虫大部分具有独特的荒漠适应习性，比如地栖型或地穴栖型，这些昆虫往往能够自身营造巢穴或利用动物废弃的洞穴、石块和土皮来躲避白昼的高温、沙尘、风暴及天敌的追捕[29]，这也是拟步甲科昆虫物种数多，而个体数量却很少的主要原因。金龟科、丽金龟科、粪金龟科、斑金龟科及花金龟科等仅为 1 种，物种个体数量却很大，达 21.93%。以上 4 科均属金龟甲总科，其中金龟科和花金龟科种占比较小，而科内个体数所占比例却很大。金龟科的粗糙弯边蜣螂 *Gymnopleurus flagellates* (Fabricius)和花金龟科的金匠花金龟 *Getonia aurata* (L.)在金龟甲总科内个体数量占比较高。原因是阿尔泰山具有辽阔的低山荒漠、草原及高山牧场，且调查中还发现当地牧民普遍存在过度放牧现象，骆驼、牛、羊、马等家畜为其提供了丰富的粪便资源，使粪食性的粗糙弯边蜣螂种群数量较大。花金龟科昆虫不仅可以生活在地面，还可以栖居于植物枝干、花朵[29]。此外，其寄主植物较为广泛，包括大戟科等植物，甚至还会栖居于小麦、油葵等农作物上[30]；并取食植物茎叶、花蕊及种子。充足的食物来源和丰富的寄主植物是金龟甲总科的昆虫种群数量较大的主要原因。

值得注意的是天牛科的物种数次于叶甲科(14 种)，主要以云杉大墨天牛 *Monochamus urussovi* (Fischer)数量最多，科内个体数量占比高达 83.24%。原因可能是阿尔泰山林木种类多样，有西伯利亚红松、西伯利亚落叶松、西伯利亚冷杉及西伯利亚云杉等，是典型西伯利亚泰加林的成分组成[31]。而云杉大墨天牛主要危害云杉、落叶松及红松等针叶树种，轻则使木材质量下降，重则使林区内林木大面积死亡；其次云杉大墨天牛属于隐蔽性害虫，以幼虫钻蛀木质部取食危害[32]。这对防治工作造成了极大的困难，也是云杉大墨天牛大量发生的重要原因。而阿尔泰山阔叶和针叶树丰富，天牛物种众多，部分物种个体数量少的原因并非是该种绝对数量少，很可能是受成虫行为学的影响(如不下降到下层植被活动等)，难以被网捕采到。

2.2　鞘翅目群落多样性比较

本次研究的阿尔泰山鞘翅目的科、种两个阶元，不同林场的群落多样性具有一定差异，对 4 种不同指数相关性进行分析，分析结果见表 2。结果显示科级水平与种级水平多样性特征结果的差异不大，福海林场中的群落多样性特征指数较高。就科级水平而言，富蕴林场多样性指数和优势度指数均最高(2.18，0.85)，福海林场次之(2.17，0.84)，青河林场最低；但是福海林场的丰富度指数最高(2.79)，富蕴林场次之(2.67)，阿勒泰林场最低。分析富蕴

表 2 阿尔泰山鞘翅目昆虫群落多样性指数特征

Tab. 2 The diversity of Coleoptera insects in the Altay Mountains

林场	科	属	种	Shannon-Wiener 指数		Margalef 指数		Simpson 指数		Pielou 指数	
				科级	种级	科级	种级	科级	种级	科级	种级
布尔津	10	22	28	1.54	2.58	1.49	5.04	0.75	0.90	0.46	0.49
阿勒泰	11	34	43	1.85	2.31	1.40	7.02	0.79	0.81	0.56	0.42
福 海	17	38	47	2.17	3.01	2.79	7.94	0.84	0.91	0.53	0.55
富 蕴	14	26	30	2.18	2.80	2.67	5.72	0.85	0.91	0.56	0.57
青 河	9	21	15	1.01	2.03	1.51	4.38	0.42	0.76	0.30	0.42
哈巴河	13	19	24	1.66	2.01	2.33	5.02	0.73	0.76	0.45	0.45

林场多样性高，则表明鞘翅目群落的稳定性较高[33];其次是福海林场,但是二者差异并不大;其他林场并无显著差异。就种级水平而言,福海林场的多样性指数和丰富度指数均最高(3.01,7.94),富蕴林场次之,此外福海林场和富蕴林场的优势度指数相同且最高(0.91);青河林场的丰富度指数和优势度指数最低。由种级多样性特征指数表明,福海林场鞘翅目群落的稳定性更高[33],其次是富蕴林场。表明其物种多样性丰富,形成较为稳定的鞘翅目群落体系。

就不同林场而言,福海林场的多样性特征指数均高于其他林场,福海林场的采集区域涵盖从针叶林、亚高山草甸、山前荒漠草原在内的多种生境,尤其是在山前荒漠草原的采集量较高,而其他研究区域并未在山前荒漠草原采集到或采集量较少,造成了生物多样性指数低于福海林场。青河林场所获标本数量和物种均较少,多样性指数和丰富度指数均较低,原因可能是当地对煤矿和铁矿进行了大量的开采,造成河流污染和植被破坏,生境破碎化使青河林场生态系统的稳定性受到严重影响[34]。不同林场间的科级、种级优势度指数和均匀度指数基本一致;物种丰富度指数反映出该群落物种数目的多寡,无论科级和种级水平均以福海林场最高,表明福海林场有较高的物种数,具有相对稳定的群落体系。

2.3 鞘翅目组成相似性分析

林场间鞘翅目科级组成为极不相似水平,表明各林场之间鞘翅目昆虫科的群落组成及数量差异较大,各林场间相似水平极低(表 3)。其结果显示各林场间种级相似性系数≥0.50,占有 47%,其中布尔津林场与阿勒泰林场的相似性系数最高(0.82),达极相似水平。可能是二者位置毗邻,存在相似植被类型,共有植被为西伯利亚云杉、欧洲山杨等大量的针叶林及灌木,还有禾本科和十字花科等植物;共

表 3 阿尔泰山各林场鞘翅目昆虫群落相似性系数

Tab. 3 The similarity coefficients of Coleoptera insects in the Altay Mountains

林场		阿勒泰	福海	富蕴	青河	哈巴河
布尔津	科级	0.15	0.10	0.07	0.08	0.06
	种级	0.82	0.50	0.39	0.43	0.44
阿勒泰	科级		0.08	0.12	0.06	0.08
	种级		0.50	0.47	0.43	0.64
福 海	科级			0.17	0.09	0.13
	种级			0.60	0.42	0.50
富 蕴	科级				0.12	0.08
	种级				0.47	0.50
青 河	科级					0.04
	种级					0.28

注:相似性系数为 0.00 ~ 0.25 时为极不相似,相似性系数为 0.25 ~ 0.50 时为中等不相似,相似性系数为 0.50 ~ 0.75 时为中等相似,相似性系数为 0.75 ~ 1.00 时为极相似。

有物种有伪鳖甲 *Anatolica pseudiduna* (Kaszab)、光滑鳖甲 *Anatolica polita borealis* (Kaszab)、四点斑芫菁 *Mylabris quadripunctata* (L.)、小花斑芫菁 *Mylabris atrata* (Pallas)及云杉小墨天牛 *Monochamus sutor* (L.)等,各林场种级相似性系数介于 0.25 ~ 0.50 之间,占比最多。其中,青河林场与哈巴河林场的相似性系数最低(0.28),可能由于两林场间距离遥远,分别位于新疆阿尔泰山的东南端和西北端,由此产生的地理隔离可能使两林场间的鞘翅目昆虫种类差异较大,彼此间物种交流的频次和频率极低(除去人为因素);其次两林场的平均海拔高度自西向东存在差异,植被垂直带谱结构和特征也存在一定的差异。

3 结论与讨论

3.1 鞘翅目种类丰富

新疆阿尔泰山的鞘翅目具有物种多样和群落复杂等特点。鲁佳雄等[2]对新疆境内的昆仑山东部

山脉—阿尔金山的鞘翅目进行了调查研究,鞘翅目昆虫标本共计 848 头,隶属于 10 科 31 种。而本研究获得阿尔泰山鞘翅目昆虫标本共计 2 061 号,隶属于 22 科 85 属 129 种,极大地丰富了对阿尔泰山鞘翅目昆虫的认识。昆虫的栖息、繁衍及扩散与自然环境密切相关,在阿尔泰山脉气候与海拔高度、地貌类型的关系较为密切;在纬度相同的情况下,不同海拔、地貌类型形成的多样植被类型及不同动植物分布,阿尔泰山虽位于新疆最北端,平均气温较低,但接受了大量从西而来的水汽,土层湿润而植被类型相对丰富[35]。为鞘翅目的种类大量繁衍奠定了良好的基础。

3.2 福海林场鞘翅目昆虫多样性特征

本研究集中揭示了阿尔泰山各林场间的鞘翅目昆虫群落多样性,使用的方法是通过计算 Shannon-Wiener 指数、Margalef 指数、Simpson 指数及 Pielou 指数来表示群落多样性特征。结果显示福海林场科级和种级多样性特征指数高于其他林场,可能是福海林场与额尔齐斯河毗邻和乌伦古河横贯,乌伦古河大部分流域位于福海县境内且汇入乌伦古河,依托两河径流所带来的水汽蕴养出丰富的植物种类[36-37]。其次不同海拔、多样的植被类型、地理位置交错分布,形成了多样的生境类型,林场内多种植被带类型形成垂直分布梯度。主要有山前荒漠带、山地草原带、针阔混合林带、针叶林带、亚高山草甸带、高山草甸植被带[11]。再者福海县复杂的生境类型下,栖息着多样的动物类群,包括有大量的昆虫资源,使得福海较其他 5 个林场具优势。

3.3 鞘翅目优势类群的普遍性和特殊性

有关阿尔泰山的鞘翅目昆虫优势种及其变动等相关记载不多,陈世骧等[15]报道了阿尔泰山地带叶甲科的优势种为阿尔泰秃附叶甲 *Crosita altaica* Gebler。在本研究中薄翅萤叶甲、马铃薯叶甲、粗糙弯边蜣螂、金匠花金龟等均有采集,且数量巨大,分别占科内采集总数的 31.44%、23.77%、49.18% 和 38.37%,此结果与新疆境内邻近的山区东天山的结果相似。从所采物种数和标本数量均可看出,叶甲科和金龟科为优势类群。叶甲科的优势种为薄翅萤叶甲和马铃薯叶甲。这与陈世骧等[15]报道阿尔泰山麓的优势种结果相佐,原因可能是薄翅萤叶甲为阿尔泰山的草原害虫,温润的气候条件和类型多样的生态位以及近几年密集的人类活动,为叶甲科昆虫的大量发生提供了优越的栖居环境及传播途径[38]。而马铃薯叶甲原发生于美国,1975 年传入中亚地区,扩散和生存适应能力极强,目前已在新疆建立了稳定的种群且数量持续增长,严重危害新疆大部分地区[39]。值得注意的是作为入侵害虫的马铃薯叶甲在阿尔泰山的占比有所上升,可能存在常见种上升为优势种的可能。这势必会导致其他优势种的占比下降,从而占领其他优势种的生态位。除生态位竞争外,阿勒泰地区的草原过度放牧,作物的单一种植可能也是重要的影响因子。在此过程中起主导作用的因子及其变化情况有待进一步研究。其次拟步甲科昆虫多后翅退化,丧失飞行能力,扩大分布区的能力较低,使其难以进行地区间的物种交流。故在长期的环境适应过程中就地演化成为特有种,如阿尔泰杯鳖甲 *Scythis altaicus* (Gebler)为阿尔泰山的特有种。

3.4 本研究存在的不足及未来研究展望

本研究表明,阿尔泰山鞘翅目的多样性较为丰富,由于阿尔泰山自然环境较为复杂,某些特殊生境并未到达,可能会存在一些地域性鞘翅目种类未被发现,故在今后研究中,整个阿尔泰山脉鞘翅目群落的系统调查,地域性鞘翅目近似种的鉴定,阿尔泰山鞘翅目的区系分析及鞘翅目特殊类群与当地环境的协同进化研究都是非常必要的,从而达到丰富鞘翅目基础数据的目的。只有在对阿尔泰山鞘翅目资源充分了解的情况下,维护其生态系统本身稳定的基础上,才能为科学合理地开发和更好地保护阿尔泰山生态环境奠定基础。

参考文献(References):

〔1〕 Agmal Q, Rika R, Woro A N. Diversity and abundance of Carabidae and Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) in four montane habitat types on Mt. Bawakaraeng, South Sulawesi〔J〕. Hayati Journal of Biosciences, 2016, 23: 22-28.

〔2〕 鲁佳雄,朱丽得孜・艾山,伊龙,等. 阿尔金山自然保护区鞘翅目昆虫区系调查分析〔J〕. 干旱区研究,2015,32(6):1 207-1 211.〔Lu Jiaxiong, Zhulidezi Aishan, Yi Long, et al. The Coleopteran insect fauna in the Altun Mountain Natural Reserve〔J〕. Arid Zone Research, 2015, 32(6): 1 207-1 211.〕

〔3〕 黄人鑫,杜春华,张卫红. 新疆金龟甲的区系组成及食性(鞘翅目:金龟甲总科)〔J〕. 昆虫学报,1999,42(1):70-77.〔Huang Renxin, Du Chunhua, Zhang Weihong. The faunal composition and the feeding habits of scarabs in Xinjiang (Coleoptera: Scarabaeoidea)〔J〕. Acta Entomologica Sinica, 1999, 42(1): 70-77.〕

〔4〕 莫璐瑕,梁敏利,郑霞林,等. 广西防城金花茶自然保护区的鞘翅目昆虫区系分析〔J〕. 广西植保,2014,27(3):1-7.〔Mo Luxia, Liang Minli, Zheng Xialin, et al. The Coleopteran insect fau-

na in Fangcheng Camellia Chrysantha Natural Reserve, Guangxi [J]. Guangxi Plant Protection, 2014, 27(3): 1 – 7.]

[5] 杨丽坤. 小五台山鞘翅目区系组成与分布格局[D]. 保定:河北大学, 2013. [Yang Likun. Faunal Composition and Distributional Pattern of the Coleoptera from the Xiaowutai Mountain [D]. Baoding: Hebei University, 2013.]

[6] 娄巧哲,徐养诚,马吉宏,等. 古尔班通古特沙漠南缘地表甲虫物种多样性及其与环境的关系[J]. 生物多样性, 2011, 19(4): 441 – 452. [Lou Qiaozhe, Xu Yangcheng, Ma Jihong, et al. Diversity of ground-dwelling beetles within the southern Gurbantunggut Desert and its relationship with environmental factors[J]. Biodiversity Science, 2011, 19(4): 441 – 452.]

[7] 葛洋,郭苗,曹玉言,等. 安徽菜子湖湿地鞘翅目昆虫区系分析及多样性研究[J]. 生物学杂志, 2014, 31(2): 41 – 46. [Ge Yang, Guo Miao, Cao Yuyan, et al. Study on the fauna and species diversity of Coleoptera insects in Caizi lake wetland in Anhui Province[J]. Journal of Biology, 2014, 31(2): 41 – 46.]

[8] 王慧玲. 辽宁仙人洞国家级自然保护区鞘翅目昆虫资源调查及多样性研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学, 2017. [Wang Huiling. Investigation and Diversity of Coleoptera Insects in Liaoning Xianrendong National Nature Reserve [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2017.]

[9] 王瑞,安裕伦. 贵州省生物多样性及生境敏感性研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2014, 32(3): 28 – 33. [Wang Rui, An Yulun. The study on biodiversity and the sensitivity of bio-inhabitation in Guizhou[J]. Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences Edition), 2014, 32(3): 28 – 33.]

[10] 黄人鑫,姜婷,刘建平,等. 阿尔泰山两河源头保护区的昆虫区系[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2004(4): 399 – 406. [Huang Renxin, Jiang Ting, Liu Jianping, et al. The insect's fauna of the two rivers (Ertix River and Ulungur River) springhead protection area in Altay Mountains[J]. Journal of Xinjiang University (Natural Science Edition), 2004(4): 399 – 406.]

[11] 艾尼瓦尔·吐米尔,张婷,阿不都拉·阿巴斯. 新疆阿尔泰山两河源国家级自然保护区树附生地衣群落物种分布与环境关系的研究[J]. 林业资源管理, 2013(2): 56 – 63. [Anwar Tumur, Zhang Ting, Abdulla Abbas. Environmental correlation of species distribution of epiphytic lichens in forest ecosystem in Altay two river source Nature Reserve, Xinjiang, China[J]. Forest Resources Management, 2013(2): 56 – 63.]

[12] 蒋志刚,孙吉周,崔邵朋,等. 分布在新疆阿尔泰山的欧亚驼鹿[J]. 动物学杂志, 2014, 49(2): 303 – 304. [Jiang Zhigang, Sun Jizhou, Cui Shaopeng, et al. Moose *Alces alces alces* in Mt. Altay, Xinjiang[J]. Chinese Journal of Zoology, 2014, 49(2): 303 – 304.]

[13] Зинченко В К. Новый вид рода *Aphodius* (Coleoptera, Scarabaeidae) сЮго-Восточного Алтая [C]//Евразиатский ЭнтомологическийЖурнал, Т. 2, вып. 3, Новосибирск-Москва, 2003: 191 – 192.

[14] Зинченко В К. Вертикально-поясное распределение пластинчатоусых жуков (Coleoptera, Scarabaeidae) подсемейств Geotrupinae, Scarabaeinae и Aphodiinae в горах Юго-Западного Алтая [C]//Проблемы биологии и экологии Алтайского региона. - Бийск, 1998: 64 – 68.

[15] 陈世骧,王书永. 新疆叶甲的分布概况和荒漠适应[J]. 动物学报, 1962, 14(3): 337 – 354. [Chen Shixiang, Wang Shuyong. One the distribution and desert adaptations of the Chrysomelid beetles of Sinkiang[J]. Acta Zoologica Sinica, 1962, 14(3): 337 – 354.]

[16] 张茂新,凌冰,庞雄飞,等. 新疆北部叶甲科昆虫的区系组成及经济意义[J]. 武夷科学, 2002(18): 33 – 37. [Zhang Maoxin, Ling Bing, Pang Xiongfei, et al. The faunal composition of Chrysomelidae in Northern of Xinjiang (Coleoptera: Chrysomelidae) [J]. Wuyi Science Journal, 2002(18): 33 – 37.]

[17] 胡红英,黄人鑫,范兆田,等. 新疆叶甲区系及地理分布的初步研究[J]. 动物分类学报, 2006, 31(1): 69 – 74. [Hu Hongying, Huang Renxin, Fan Zhaotian, et al. Preliminary study on the fauna and distribution of Chrysomelidae in Xinjiang[J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2006, 31(1): 69 – 74.]

[18] 黄人鑫,张桂林,邵红光,等. 新疆芫菁科的区系组成及药用价值(鞘翅目:芫菁科)[J]. 昆虫学报, 1995, 38(1): 61 – 66. [Huang Renxin, Zhang Guilin, Shao Hongguang, et al. The faunal composition and medical value of Meloidae in Xinjiang (Coleoptera: Meloidae)[J]. Acta Entomologica Sinica, 1995, 38(1): 61 – 66.]

[19] 刘向东. 田间昆虫的取样调查技术[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(3): 863 – 867. [Liu Xiangdong. Sampling techniques of insects in the field[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2013, 50 (3): 863 – 867.]

[20] 史丽,郝俊义,墨红艳. 内蒙古金龟甲总科部分种类记述[J]. 内蒙古农业科技, 2008(3): 31 – 32, 34. [Shi Li, Hao Junyi, Mo Hongyan. Some species of family scarab beetle in Inner Mongolia [J]. Inner Mongolia Agricultural Science And Technology, 2008 (3): 31 – 32, 34.]

[21] 杨玉霞. 中国豆芫菁属 *Epicauta* 分类研究(鞘翅目:拟步甲总科:芫菁科)[D]. 保定:河北大学, 2007. [Yang Yuxia. Taxonomic Study on the Genus *Epicauta* from China (Coleoptera: Tenebrionoidea: Meloidae)[D]. Baoding: Hebei University, 2007.]

[22] 袁锋. 昆虫分类学[M]. 北京:中国农业出版社, 1996. [Yuan Feng. Insect Taxonomy [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1996.]

[23] 胡红英,黄人鑫. 新疆昆虫原色图鉴[M]. 乌鲁木齐:新疆大学出版社, 2013. [Hu Hongying, Huang Renxin. Colored Pictorial Handbook of Insects in Xinjiang[M]. Urumqi: Xinjiang University Press, 2013.]

[24] Wu J G. Changing perspectives on biodiversity conservation: Form species protection to regional sustainability[J]. Biodiversity Science, 2008, 16(3): 205 – 213.

[25] Wang W, Zheng H, Xu C, et al. Spatial correlation and ecological characteristics analysis of management area for biodiversity conservation and relevant regionalization[J]. Chinese Geographical Science, 2014, 24(1): 71 – 82.

[26] 马克平,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I-a 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231 – 239. [Ma Keping, Liu Yuming. Measurement method for biodiversity of biological community (I-a)[J]. Biodiversity Science, 1994, 2(4): 231 – 239.]

[27] 赵志模,郭依泉. 生境类型生态学原理和方法[M]. 重庆:科学技术出版社重庆分社, 1990. [Zhao Zhimo, Guo Yiquan. Ecological Principle and Method of Habitat Type[M]. Chongqing: Chongqing Branch of Science and Technology Press, 1990.]

〔28〕 Simpson E H. Measurement of diversity〔J〕. Nature, 1949, 163 (4 148):688.
〔29〕 黄人鑫. 新疆荒漠昆虫区系及其形成与演变〔M〕. 乌鲁木齐：新疆科学技术出版社,2005.〔Huang Renxin. The Fauna of the Desert Insects of Xinjiang and Its Formation and Evolution〔M〕. Urumqi: Xinjiang Science and Technology Publishing House, 2005.〕
〔30〕 赛丽蔓・马木提. 2015 年博州金龟子危害现状及防治措施〔J〕. 新疆农业科技,2015(4):44－45.〔Salima Muti. The status quo and prevention and control measures of scarab in Bortala Mongolia Autonomous Prefecture, in 2015〔J〕. Xinjiang Agricultural Science and Technology,2015(4):44－45.〕
〔31〕 马文萍. 封山育林对阿尔泰山林区生物群落多样性、稳定性的影响〔J〕. 农村科技,2017(8):57－58.〔Ma Wenping. Impacts of mountain closure and forest cultivation on biodiversity and stability of Altay forest region〔J〕. Nong Cun Ke Ji,2017(8):57－58.〕
〔32〕 孟根,韩宝,韩铁圈. 云杉大黑天牛测报及防治的研究〔J〕. 东北林业大学学报,1990,18(3):26－30.〔Meng Gen, Han Bao, Han Tiequan. Study on forecast and control of *Monochamus urussovi* (Fischer)〔J〕. Journal of Northeast Forestry University, 1990, 18 (3):26－30.〕
〔33〕 高东,何霞红. 生物多样性与生态系统稳定性研究进展〔J〕. 生态学杂志,2010,29(12):2 507－2 513.〔Gao Dong, He Xiahong. Research advanceson biodiversity and ecosystem stability〔J〕. Chinese Journal of Ecology,2010,29(12):2 507－2 513.〕
〔34〕 李泰德,王梓嘉. 新疆青河县老山口矿区Ⅳ矿段铁铜金矿成矿特征分析〔J〕. 新疆有色金属,2009,32(2):19－21,25.〔Li Taide, Wang Zijia. Qinghe county Laoshan Kou mining area in Xinjiang Ⅳ analysis of characteristics of ore block iron copper and gold mineralization〔J〕. Xinjiang Youse Jinshu,2009,32(2):19－21,25.〕
〔35〕 陈文俐,杨昌友. 中国阿尔泰山种子植物区系研究〔J〕. 云南植物研究,2000,22(4):371－378.〔Chen Wenli, Yang Changyou. A floristic study on the seed plant in Mts. Altay of China〔J〕. Acta Botanica Yunnanica,2000,22(4):371－378.〕
〔36〕 李生宇,雷加强. 额尔齐斯河流域生态系统格局及变化〔J〕. 干旱区研究,2002,19(2):56－61.〔Li Shengyu, Lei Jiaqiang. The pattern and change of the ecosystems in the Ergis River watershed〔J〕. Arid Zone Research,2002,19(2):56－61.〕
〔37〕 王振升,程同福,刘开华,等. 乌伦古河流域水资源及其特征〔J〕. 干旱区地理,2000,23(2):123－128.〔Wang Zhensheng, Cheng Tongfu, Liu Kaihua, et al. Water resources and its features in Ulungur river watershed, Xinjiang〔J〕. Arid Land Geography, 2000,23(2):123－128.〕
〔38〕 艾尼瓦尔・吐米尔,阿不都拉・阿巴斯. 阿尔泰山两河源自然保护区森林生态系统朽木生地衣群落的数量分类〔J〕. 菌物学报,2015,34(3):357－365.〔Anwar Tumur, Abdulla Abbas. Quantitative classification of dead wood dwelling lichen communities on Altay Two River Sources National Nature Reserve in Xinjiang〔J〕. Mycosystema,2015,34(3):357－365.〕
〔39〕 郭文超,吐尔逊,许建军,等. 马铃薯甲虫的识别及其在新疆的分布、传播和危害〔J〕. 新疆农业科学,2010,47(5):906－909.〔Guo Wenchao, Tuerxun, Xu Jianjun, et al. Research on the identification of colorado potato beetle&its distribution dispersal and damage in Xinjiang〔J〕. Xinjiang Agricultural Sciences, 2010, 47 (5):906－909.〕

Diversity of Coleoptera Insects in the Altay Mountains, Xinjiang

ZHANG Dong-kang[1], ZHU Dan[1], LI Zhao-guang[1], ZHONG Wen[1], XIONG Jia-wu[2], HU Hong-ying[1]
(1. *College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi* 830046, *Xinjiang, China*;
2. *Central South Institute of Forestry Investigation and Planning, State Forestry Administration, Changsha* 410014, *Hunan, China*)

Abstract: This study aimed at investigating the diversity of Coleoptera in the Altay Mountains in Xinjiang based on the insect specimens from the Insect Collection of Xinjiang University and the field survey in 6 national forest farms in the Altay Mountains in 2015. A total of 2 061 Coleoptera in 129 species, 85 genera and 22 families were collected from the Altay Mountains. The diversity analysis indicated that the dominant groups were Chrysomelidae and Scarabaeidae, which accounted for 43.76% (31.44%, 12.32%) of the total number of Coleopteran species, and *Pallasiola absinthii* (Pallas) and *Gymnopleurus flagellates* (Fabricius) were the dominant species. Biodiversity analysis showed that the Shannon-Wiener index at family level was the highest in Fuyun Forest Farm (2.18), and then in Fuhai Forest Farm (2.17). Shannon-Wiener index at species level was the highest in Fuhai Forest Farm (3.01). Margalef indexes at species and family levels were the highest in Fuhai Forest Farm (2.79, 7.94). The similarity coefficient between Fuhai and Fuyun forest farms at family level was the highest (0.17). Because the vegetation and habitat types in the Burqin and Altay forest farms were similar, the similarity coefficient between the Burqin and Fuyun forest farms at species level was the highest (0.82) due to the similarity of both vegetation and habitat types. The results showed that there were the differences in species richness, species composition and abundance of Coleoptera insects among different forest farms in the Altay Mountains.

Key words: Coleoptera; species; biodiversity; distribution; Altay Mountains